

I-182 鋼構造物の溶接継手部疲労照査法に関する一考察

三菱重工業㈱ 正員 梶本勝也, 村井亮介

〃

氏原隆澄, 山本 豊

1. まえがき 高い繰返し荷重を受ける鋼構造物の溶接継手部に各種の疲労損傷の発生が見られるようになり, その疲労照査が課題となる場合もある。溶接継手部の疲労照査は, 継手別に規定されたS-N線図によって行われてることもあるが, 実構造物においては全てがこれに該当する継手とは限らないケースがある。このような場合, 溶接継手部の局部応力に着目した方法を適用すれば, より高精度な疲労照査が行えることが期待される。そこで, 本研究では溶接継手部をモデル化した供試体の疲労試験を行い, 局部応力に基づく疲労照査法の適用性について若干の考察を加えてみた。

2. 検討対象とした継手モデルと解析方法 図1に検討対象とした継手モデルを示す。モデルAはプレートガーダ橋の横桁, 対傾構などの取合部の垂直補剛材上部の溶接部をモデル化したものである。モデルB, Cはスチフナとかリブの取付け端部をモデル化したものである。モデルDは既報¹⁾の本四橋ハンガブラケット実橋モデルによる疲労試験体である。

いずれのモデルも, 疲労試験前に亀裂発生点と予想される溶接部のビード形状（止端部半径 ρ , 余盛角度 θ など）の型取り調査及びひずみゲージによる詳細な応力計測を行った。疲労試験は油圧サーボ試験機により片振り荷重を负荷して行い, 目視観察による疲労亀裂の発生（約5～10mm長さ）を亀裂発生寿命 N_c とみなした。

適用した局部応力に基づく疲労照査法は, 溶接継手部に発生する応力を図2のように分割して考え, Neuber則と平滑丸棒の $\Delta \varepsilon \sim N_f$ 関係を組合せて, 次式によって溶接構造局所の疲労発生寿命 N_c を統一的に評価するものである²⁾。

$$\Delta \sigma_{\max} = K_f \cdot K_s \cdot \Delta \sigma_n = 2 \{ (\sigma_f - \sigma_o)^2 (2N_c)^{2b} + (\sigma_f - \sigma_o) \varepsilon_f \cdot E (2N_c)^{b+c} \}^{1/2} \quad \dots (1)$$

ここに, $\sigma_f, \sigma_o, \varepsilon_f, b, c$ は材料定数である。

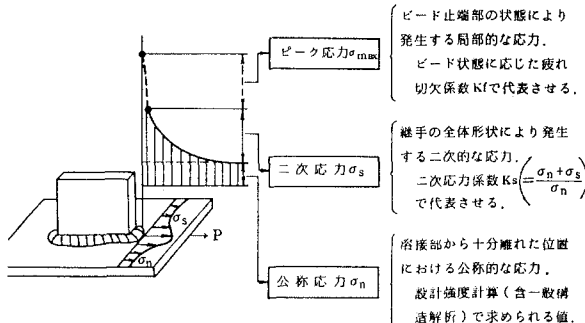


図2 溶接継手に発生する応力の分割評価

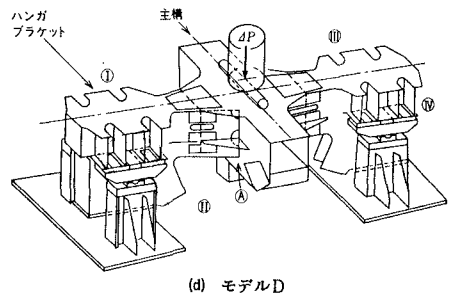
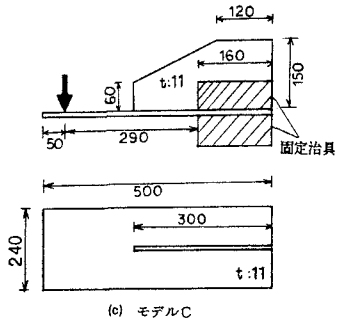
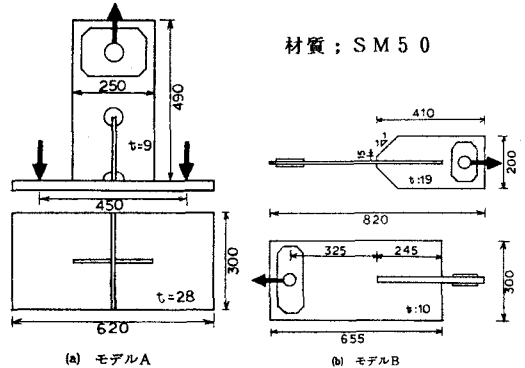


図1 検討した継手モデル

3. 試験及び解析結果 各モデルの亀裂発生部

について、型取り調査によるビード形状の測定結果から求めた溶接ビード切欠係数 K_t 、応力計測により得られた二次応力係数 K_s 及び疲労試験による亀裂発生寿命 N_c などを表1にまとめて示す。なお、 K_t は、測定された ρ 、 θ から熊谷らの式³⁾によりビード止端部の応力集中率 K_t を算出し、切欠感度係数 η を用いて次式から求めた。

$$K_t = 1 + \eta (K_t - 1) \quad (2)$$

これらの結果から、(1)式に基づいて導出される $\Delta \sigma_{\max} - N_c$ 線図上に、各モデルの疲労試験結果をプロットして図3に示す。いずれのモデルも、(1)式に基づいて推定される亀裂発生寿命線図の近傍にあり、本研究で採用した局部応力に基づく方法により溶接継手部の疲労照査が高精度に行えることが分かる。

次に一例としてモデルAについて、各種疲労設計規格の該当するS-N線図上に疲労試験結果をプロットして図4に示す。なお、応力変動幅 $\Delta \sigma_r$ として、公称応力範囲（ここでは疲労荷重を垂直補剛材の断面積で除したものをを用いた）に相当するものと溶接止端から10mm離れた位置におけるひずみゲージ値の2種類をとっている。

モデルAのように局部的に高い二次応力が発生する溶接継手には、公称応力による疲労照査法では適合しないことが分かる。実構造物に生じる疲労損傷事例も、高い二次応力が原因している場合があるといわれており⁴⁾、二次応力の影響を精度良く評価できる局部応力に基づく疲労照査法の適用が必要な場合もあると考えられる。

参考文献

- (1) 田島, 飯島, 谷藤, 梶本: ハンガーブラケット実橋モデルによる疲労強度, 構造工学論文集, Vol. 34A (1988)
- (2) 武内, 山本, 佐藤, 山内, 柳下: 油圧ショベル継手部の疲労寿命推定, 三菱重工技報, Vol. 23, No. 2 (1986)
- (3) 熊谷, 島田: 突出部を有する板の引張りにおける応力集中係数, 機論, 34巻, 258号 (1968)
- (4) 館石, 三木, 坂野, 福岡: 鋼橋に生じた疲労損傷事例のデータベース;

土木学会第42回年次学術講演会概要集 (1987)

表 1 疲 勞 試 験 結 果

継手モデル		公称応力 σ_n (kgf/mm ²)	溶接ビード 切欠係数 K_t	二次応力 係数 K_s	亀裂発生寿命 N_c (cycle)
モデル A	No. 1	6.7	1.40	5.8	1.94×10^5
	No. 2	4.0	1.35	9.9	1.64×10^5
モデル B		6.7	2.03	3.6	4.00×10^5
モデル C	No. 1	18.7	2.07	1.7	1.93×10^5
	No. 2	40.8	2.18	1.9	1.48×10^3
モデル D		10.8	2.30	1.2	2.45×10^6

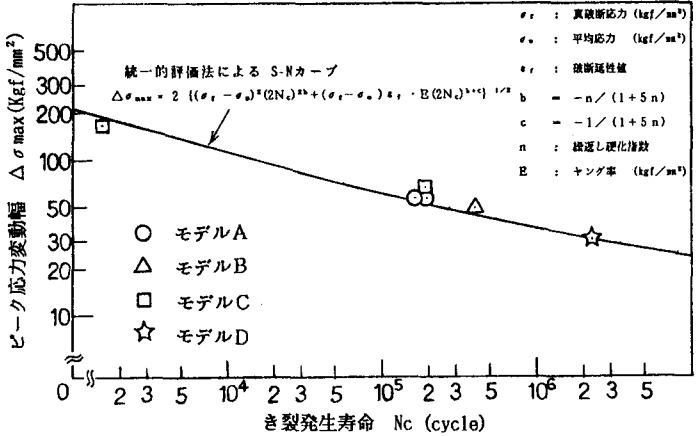


図3 疲労試験結果

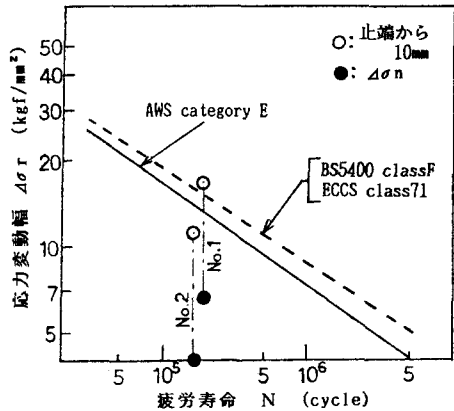


図4 各種疲労設計規格のS-N線図と疲労試験結果（モデルA）の関係